

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 34 241.9

Anmeldetag: 28. Juli 2003

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, 70469 Stuttgart/DE

Bezeichnung: Viskositätssensoranordnung

IPC: G 01 N 11/16

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

BEST AVAILABLE COPY

München, den 22. April 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Agurks

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Viskositätssensoranordnung

5

STAND DER TECHNIK

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Viskositätssensoranordnung.

10 Bei der Überwachung von Flüssigkeiten, insbesondere flüssiger Motorbetriebsstoffe, wie z.B. Motoröl, können mehrere chemische und physikalische Eigenschaften der Flüssigkeit zur Überwachung ihres "Zustandes" herangezogen werden. Ein wichtiges Bewertungskriterium für den aktuellen Flüssigkeitszustand ist dabei die Viskosität η , die mit Hilfe eines Viskositätssensors gemessen werden
nn.

15

Zur Viskositätsmessung werden seit geraumer Zeit piezoelektrische Dickenschwinger, welche beispielsweise aus Quarz hergestellt sind, verwendet. Siehe dazu beispielsweise S. J. Martin et. al., Sens. Act. A 44 (1994) Seiten 209-218. Wird ein solcher Dickenschwinger in eine viskose Flüssigkeit getaucht, so ändern sich die Resonanzfrequenz der Eigenschwingung und deren Dämpfung
20 in Abhängigkeit von der Viskosität und der Dichte der viskosen Flüssigkeit. Da die Dichte für typische Flüssigkeiten in weit geringerem Maße variiert als die Viskosität, stellt ein derartiges Bauteil praktisch einen Viskositätssensor dar.

25

Die DE 101 12433 A1 offenbart eine Viskositätssensoranordnung mit einer piezo-elektrischen Sensoreinrichtung, die sich vollständig in der zu messenden Flüssigkeit befindet und elektrische Kontaktstellen für eine elektrische Ansteuerung aufweist, die bezüglich der Flüssigkeit resistent sind und mit elektrischen Zufuhrleitungen, die bezüglich der Flüssigkeit resistent sind und die einerseits mit einer Ansteuer-/ Auswerteelektronik außerhalb der Flüssigkeit und andererseits mit den Kontaktstellen der Sensoreinrichtung mittels eines geeigneten mit Metallteilchen versehenen Leitklebstoffes verbunden
0 sind.

5

Da die Viskosität bei den meisten Flüssigkeiten stark temperaturabhängig ist, ist eine gleichzeitige Erfassung der Temperatur T mit Hilfe eines Temperatursensors zur Bewertung der Messdaten notwendig. Jede Flüssigkeit hat zudem eine von ihrem Zustand abhängende typische Temperatur- Viskositätscharakteristik $\{ \eta(T), T \}$, die man leicht durch Messen von verschiedenen Viskositäts-

Temperatur-Wertepaaren $\{n(T), T\}$ und Interpolation ermitteln kann. Diese Charakteristik kann neben der Erfassung des Absolutwertes der Viskosität, z.B. bei einer festen Temperatur zur Beurteilung des Zustandes der Flüssigkeit herangezogen werden. Eine Ermittlung der T - η -Charakteristik ist dann besonders leicht möglich, wenn sich die Flüssigkeit im Betrieb über einen großen Temperaturbereich erwärmt und wieder abkühlt, wie dies der Fall bei z.B. Motoröl ist.

Derzeit werden zur Erfassung der Viskosität Sensorpaare, bestehend aus einem Viskositätssensor und einem Temperatursensor eingesetzt, wobei die beiden Elemente räumlich voneinander getrennt sind und nicht im direkten thermischen Kontakt miteinander stehen. Das Fehlen dieses thermischen Kontaktes führt besonders bei schnellen Temperaturänderungen (z.B. in der Aufwärmphase des Motors) und Temperaturschwankungen (inhomogene Temperaturverteilung) in der Flüssigkeit zu einer Temperaturdifferenz zwischen den beiden Sensorelementen. Verstärkt wird dieser Effekt noch dadurch, dass die beiden Sensorelemente aufgrund ihrer unterschiedlichen Massen und Materialien unterschiedlich schnell auf die Temperaturänderungen reagieren. Die vom Temperatursensor angezeigte Temperatur entspricht in einem solchen Fall also nicht der Temperatur, die am Viskositätssensor vorliegt. Die Folge ist ein Temperatur-Viskositäts-Messwertepaar, das vom wahren Verlauf der T - η -Charakteristik abweicht und das zu einer falschen Interpretation sowohl des Viskositäts-Absolutwertes als auch der charakteristischen T - η -Kurve führt.

Ein Beispiel für diesen Zusammenhang ist in Fig. 5 zu sehen. Der in diesem Fall sehr lineare wahre Verlauf $C1$ zwischen Temperatur T und Viskositätsmesssignal $n(T)$ wird durch die räumliche Trennung von Viskositätssensor und Temperatursensor und durch die sehr unterschiedlichen "Reaktionszeiten" nicht korrekt erfasst. Beim schnellen Aufheizen und anschließendem Abkühlen beobachtet man im Gegensatz zum eigentlichen linearen Verlauf $C1$ einen Hysterese-Verlauf $C2$. Nur in den Punkten, in denen eine Angleichung der Temperaturen zwischen Viskositätssensor und Temperatursensor möglich ist (geringer Temperaturgradient zu Beginn und zum Ende der Messung, sowie kurz vor Erreichen der hohen Temperatur) liegen die gemessenen Wertepaare $\{n(T), T\}$ auf dem wahren Verlauf der T - η -Kurve.

Weitere wichtige Größen als Bewertungskriterien für den aktuellen Flüssigkeitszustand sind die relative Dielektrizitätskonstante und die Leitfähigkeit, die mit einem kapazitiven Sensor, zumeist realisiert durch kapazitive Strukturen, gemessen werden können. Auch bei diesen Größen erweist sich eine Erfassung durch getrennte Sensoren als nachteilhaft. Insbesondere haben die oben geschilderten Temperaturdifferenzen auch hierbei zumindest indirekte Auswirkungen auf die erfassten Messsignale.

VORTEILE DER ERFINDUNG

Die erfindungsgemäße Viskositätssensoranordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 weist gegenüber den bekannten Lösungsansätzen den Vorteil auf, dass durch eine räumliche Kombination von Viskositätssensor und mindestens einem weiteren Sensor in einem einzigen Sensorelement den beschriebenen Nachteilen, die durch die räumliche Trennung herrühren, entgegengewirkt werden kann.

Die der vorliegenden Erfindung zu Grunde liegende Idee besteht darin, mindestens eine zweite Sensoreinrichtung zum Erfassen der zumindest einen weiteren Flüssigkeitseigenschaft auf der Oberfläche der Viskositätssensoreinrichtung vorzusehen, die elektrische Kontaktstellen auf der Oberfläche der Viskositätssensoreinrichtung für eine elektrische Ansteuerung aufweist.

In den Unteransprüchen finden sich vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des Gegenstandes der Erfindung.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist die piezo-elektrische Viskositätssensoreinrichtung als scheibenförmiger Quarzkristall ausgebildet, der durch die elektrische Ansteuerung zu Scherschwingungen anregbar ist, wobei die Kontaktstellen der Viskositätssensoreinrichtung auf der Vorder- und Rückseite des scheibenförmigen Quarzkristall ausgebildet sind.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung lassen die Kontaktstellen der Viskositätssensoreinrichtung die Vorder- und Rückseite in einem Randbereich frei, wobei in dem Randbereich die zweite Sensoreinrichtung vorgesehen ist.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die zweite Sensoreinrichtung elektrisch isoliert auf den Kontaktstellen der Viskositätssensoreinrichtung vorgesehen.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind die elektrischen Kontaktstellen elektrisch isoliert auf den Kontaktstellen der Viskositätssensoreinrichtung vorgesehen.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind die ersten elektrischen Zufuhrleitungen als Kontaktfedern ausgebildet.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind die zweiten elektrischen Zufuhrleitungen als Kontaktfedern ausgebildet.

15.07.2003 SB/asc

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind die ersten und zweiten Kontaktfedern in zweipoligen Kontaktfedern zusammengefasst.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung befindet sich die Viskositätssensoreinrichtung in einem Schutzbehälter mit einem Boden und einer Kappe, der in die Flüssigkeit einbringbar ist.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind die ersten und zweiten elektrischen Zuführleitungen über Durchführungen, insbesondere Glasdurchführungen, in der Kappe und/oder dem Boden des Schutzbehälters aus dem Behälter herausgeführt.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die zweite Sensoreinrichtung eine Temperatur-sensoreinrichtung.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die zweite Sensoreinrichtung eine kapazitive Sensoreinrichtung.

ZEICHNUNGEN

Ausführungsbeispiele der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Viskositätssensoranordnung und deren Aufbau;
- Fig. 2 eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Viskositätssensoranordnung und deren Aufbau;
- Fig. 3 eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Viskositätssensoranordnung und deren Aufbau;
- Fig. 4 eine vierte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Viskositätssensoranordnung und deren Aufbau; und

Fig. 5 einen linearen wahren Verlauf C1 und einen erfassten Hysterese-Verlauf C2 der Viskosität in Abhängigkeit von der Temperatur bei getrenntem Sensorpaar.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Komponenten.

Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Viskositätssensoranordnung und deren Aufbau.

Gemäß Fig. 1 ist ein Behälter 2 zweiteilig, bestehend aus einem Boden 20 und einer darauf lösbar angebrachten Kappe 21, ausgebildet und befindet sich vollständig in einer zu messenden Flüssigkeit 10. Die Kappe 21 weist seitlich und/oder oben angeordnete Öffnungen 4 für einen Flüssigkeitsaustausch auf, wobei die weiter oben angeordnete Öffnung vorteilhafterweise als Flüssigkeits-Einlass und die weiter unten angeordnete Öffnung vorteilhaft als Flüssigkeits-Auslass dienen. Der Boden 20 des Behälters 2 weist zwei Paare von Glasdurchführungen 3 bzw. 3' auf.

Die gesamte Sensoranordnung 1 befindet sich, wie oben bereits beschrieben, in einer Flüssigkeit 10, von welcher die Viskosität bzw. andere Flüssigkeitseigenschaften zu messen sind. Durch die Öffnungen 4 ist somit auch der gesamte Behälter 2 mit der Flüssigkeit 10 gefüllt.

In dem vorliegenden ersten Ausführungsbeispiel wird als Flüssigkeit 10 Öl verwendet, wobei die verwendeten Materialien auf dieses Ausführungsbeispiel ausgelegt sind. Jedoch sind andere Flüssigkeiten mit entsprechend geeigneten Materialien vorstellbar.

Der Viskositätssensor 5, beispielsweise ein piezoelektrischer Quarzkristall, ist scheibenförmig ausgebildet und vollständig in die Flüssigkeit 10 in dem Behälter 2 eingetaucht. Der scheibenförmige Viskositätssensor 5 besitzt zwei elektrische Kontaktstellen 6, jeweils eine auf der Vorder- und eine auf der Rückseite, die gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel als Gold- oder Chromelektroden 6 ausgebildet sind. Bei einer spezifischen Anwendung in Öl, beispielsweise Motor- oder Getriebeöl, haben sich Gold- oder Chromelektroden als besonders robuste Materialien erwiesen.

Die Kontaktstellen 6 sind über einen geeigneten Leitklebstoff 8 mit elektrischen Zuführleitungen 7 verbunden, die gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel als vergoldete oder verchromte Drähte ausgebildet sind. Auch diese vergoldeten bzw. verchromten Drähte haben sich bei einer spezifischen Anwendung in Öl als besonders robuste Leitermaterialien erwiesen. Die elektrischen Zuführleitungen

7 sind zusätzlich als geschlitzte Kontaktfedern 7 für eine mechanische Aufnahme der piezo- elektrischen Quarzscheibe ausgebildet.

5 Der Leitklebstoff 8 gewährleistet die elektrische und mechanische Kontaktierung der piezo- elektri-
schen Quarzscheibe 5 mit den Kontaktfedern 7 an den Kontaktstellen 6. Der isotrop elektrisch leitende
Klebstoff 8 besteht gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel vorteilhaft aus Epoxidharz, Phenol-
harz und/oder Polyimid. Vorzugsweise basiert das Material des Leitklebstoffes 8 auch aus einer
Epoxy-Phenolbasis. Die isotropen Leitklebstoffe 8 sind mit Metallteilchen, vorzugsweise Nickel-
und/oder Goldteilchen, in Flake- oder Kugelform bzw. Mischungen daraus versehen. Dabei besitzen
10 die Nickel- bzw. Goldteilchen eine Teilchengröße von etwa $2\text{ }\mu\text{m}$ bis $20\text{ }\mu\text{m}$. Die Konzentration der
Nickel- bzw. Goldteilchen in dem Leitklebstoff 8 beträgt In etwa 75 bis 95 Gew.-%.

Die elektrischen Zufuhrleitungen 7 können entweder direkt durch den Boden 20 des Behälters 2 mit-
den Glasdurchführungen 3 geführt sein, oder durch geeignete Verbindungstechniken, beispiels-
15 weise Schweißen mit entsprechenden Anschlussdrähten im Boden 20 des Behälters 2 verbunden sein.
Entscheidend ist, dass eine elektrische Verbindung der Sensoreinrichtung 5 über die Kontaktstellen 6
und den elektrischen Zufuhrleitungen 7 mit einer Ansteuer-/Auswerteelektronik außerhalb des Behäl-
ters 2 für eine elektrische Ansteuerung der Sensoreinrichtung 5 und eine anschließende Auswertung
der Ergebnisse hergestellt wird, wobei die verwendeten Kontaktstellen 6, Leitklebstoffe 8 und elektri-
schen Zufuhrleitungen 7 bezüglich der zu messenden Flüssigkeit 10 resistent sind.

Um einen möglichst guten räumlichen Überlapp zwischen einem Temperatursensor 50 beispielsweise
in Form eines Platinwiderstandes und dem Viskositätssensor 5 sowie eine möglichst gute thermische
Anbindung zwischen beiden zu erreichen, wird der Temperatursensor 50 direkt auf die Quarzscheibe
5 des Viskositätssensors 5 aufgebracht. Bei der Platzierung des Temperatursensors 50 ist folgendes zu
achten:

Das Aufbringen darf nur zu einer kleinen zusätzlichen (konstanten) Dämpfung des Quarzes führen, der
Temperatursensor 50 muss elektrisch von den Quarzelektroden 6 getrennt sein, und durch die Mess-
0 methode darf keine zusätzliche Schwingung des Quarzes angeregt werden.

Deshalb ist der Temperatursensor 50 bei der ersten Ausführungsform im Quarz-Randbereich außer-
halb des Elektrodenbereichs, wo die Scherschwingung schon stark abgeklungen ist, angebracht.

5 Der Temperatursensor 50 besitzt ebenfalls zwei Kontaktstellen, welche über ein weiteres Paar von
Kontaktfedern 7' kontaktiert werden. Die Kontaktfedern 7' sind ebenfalls mit einem Leitkleber auf die

Kontaktstellen geklebt und sind durch die Glasdurchführungen 3' nach außerhalb des Behälters 2 geführt, wo die Signale des Temperatursensors abgegriffen werden können.

Fig. 2 zeigt eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Viskositätssensoranordnung und deren Aufbau.

Bei der zweiten Ausführungsform ist eine Aufbringung eines Temperatursensors 50' direkt auf der Elektrode 6 in deren Zentrum realisiert, was besonders bei Thermoelementen und Dünnschichtwiderständen vorteilhaft ist. Zur elektrischen Isolation ist zwischen der Elektrode 6 und dem Temperatursensor 50' eine (nicht gezeigte) Isolationsschicht vorgesehen.

Die elektrische Anbindung des Temperatursensors 50' erfolgt dabei über von der Elektrode 6 isolierte Leiterbahnen 52, die in Kontaktstellen 58 enden. Die Kontaktfedern 7'' sind bei diesem zweiten Ausführungsbeispiel zweiadrig gestaltet und weisen jeweils zwei Kontaktbereiche 7a, 7b auf, wobei die Kontaktbereiche 7a die Elektroden 6 kontaktieren und die Kontaktbereiche 7b die Kontaktbereiche 58 kontaktieren. Die Kontaktbereiche 7a, 7b sind ebenfalls mit einem Leitkleber auf die entsprechenden Kontaktstellen geklebt. So lassen sich die Signale des Viskositätssensors 5 und des Temperatursensors 50' über ein einziges Paar von Kontaktfedern 7'' getrennt nach außerhalb des Behälters 2 zur Weiterverarbeitung leiten.

Fig. 3 zeigt eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Viskositätssensoranordnung und deren Aufbau.

Bei der dritten Ausführungsform ist anstelle des Temperatursensors 50 der ersten Ausführungsform ein kapazitiver Sensor 60 im Quarz-Randbereich außerhalb des Elektrodenbereichs, wo die Scherbewegung schon stark abgeklungen ist, angebracht. Weiterhin sind anstelle der Kontaktfedern 3' flexible Anschlussdrähte 3'', zum Anschluss des kapazitiven Sensors 60 vorgesehen.

Ansonsten ist die dritte Ausführungsform mit der ersten Ausführungsform identisch.

Fig. 4 zeigt eine vierte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Viskositätssensoranordnung und deren Aufbau.

Bei der vierten Ausführungsform ist anstelle des Temperatursensors 50' der zweiten Ausführungsform ein kapazitiver Sensor 60' direkt auf der Elektrode 6 in deren Zentrum isoliert angebracht.

Ansonsten ist die vierte Ausführungsform mit der zweiten Ausführungsform identisch.

Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar.

- 5 So können andere Flüssigkeiten als Öl vermessen werden, wobei in bezug auf diese Flüssigkeit resistente Kontaktstellenmaterialien, Leitlebstoffe mit entsprechenden Metallteilchen und elektrische Zufuhrleitungsmaterialien zu verwenden sind.

- 10 Als weitere Variante wäre eine Platzierung eines weiteren Sensors an den Kontaktfedern oder an der Bodenplatte des Quarzresonators denkbar.

- Für alle Varianten können unterschiedliche Temperatursensoren eingesetzt werden: z.B. temperaturabhängige Widerstände (z.B. Pt-Dünnschichtwiderstände) oder Thermoelemente. Des weiteren ist es denkbar, den TS direkt durch Aufbringung einer Metallisierung auf dem Quarzsubstrat deren elektrischer Widerstand sich über der Temperatur verändert, zu realisieren.
- 15

Ebenso können auch andere kapazitive Sensoren eingesetzt werden.

- Auch ist die Erfindung nicht auf die gezeigten Anbringungsorte der Zusatzsensoren beschränkt.
- 20 Lediglich wichtig ist, dass der Zusatzsensor weder die elektrische Ansteuerung noch die mechanischen Resonanzeigenschaften des Viskositätssensors negativ beeinflusst.

Auch ist es auch denkbar, mehr als zwei Sensoren neben dem Viskositätssensor vorzusehen, z.B. eine Dreifach-Kombination aus Viskositätssensor, Temperatursensor und kapazitiven Sensor.

- 5
- Obigen war der Quarz in einem Schutzbehälter mit Kappe und Bodenplatte. Dies ist nicht zwangsläufig notwendig. Ebenso ist es denkbar, dass der Quarz komplett ohne Kappe bzw. ohne Kappe und Bodenplatte in die Flüssigkeit taucht. Eine Durchführung in einen flüssigkeitsfreien Außenraum kann auch unterhalb der Bodenplatte realisiert werden, bzw. es kann eine zusätzliche Kontaktstelle zwischen den Kontaktfederbeinchen und einer weiteren Durchführung in den Außenraum geben.
- 0

Schließlich ist die Verwendung von Kontaktfedern als Kontaktelementen nicht unbedingt notwendig.

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 STUTGART

Viskositätssensoranordnung

5 BEZUGSZEICHENLISTE

1	Visositätssensoranordnung
2	Behälter
3,3'	Glasdurchführungen
4	Öffnungen
5	Quarzsensoren
6	Kontaktstellen
7,7'	Kontaktfedern
	flexible Drähte
7a,7b	Kontaktbereiche
8	Leitklebstoff
10	Flüssigkeit
20	Boden
21	Kappe
50,50'	Temperatursensor
60,60'	kapazitiver Sensor
52	Leiterbahnen
58	Kontaktstellen

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 STUTTGART

Viskositätssensoranordnung

5 PATENTANSPRÜCHE

1. Viskositätssensoranordnung zur Messung der Viskosität einer Flüssigkeit (10) und zumindest einer weiteren Flüssigkeitseigenschaft mit:

10 einer piezo-elektrischen Viskositätssensoreinrichtung (5), die sich vollständig in der zu messenden Flüssigkeit (10) befindet und elektrische Kontaktstellen (6) für eine elektrische Ansteuerung von Volumenschwingungen auf ihrer Oberfläche aufweist, die bezüglich der Flüssigkeit (10) resistent sind;

15 ersten elektrischen Zufuhrleitungen (7), die bezüglich der Flüssigkeit (10) resistent sind und die einerseits mit einer Ansteuer-/ Auswerteelektronik außerhalb der Flüssigkeit (10) und andererseits mit den Kontaktstellen (6) auf der Oberfläche der Viskositätssensoreinrichtung (5) verbunden sind; und

20 einer zweiten Sensoreinrichtung (50; 50'; 60; 60') zum Erfassen der zumindest einen weiteren Flüssigkeitseigenschaft, welche auf der Oberfläche der Viskositätssensoreinrichtung (5) vorgesehen ist und elektrische Kontaktstellen (58) auf der Oberfläche der Viskositätssensoreinrichtung (5) für eine elektrische Ansteuerung aufweist, die bezüglich der Flüssigkeit (10) resistent sind; und

5 zweiten elektrischen Zufuhrleitungen (7' 7'') die bezüglich der Flüssigkeit (10) resistent sind und die einerseits mit der Ansteuer-/ Auswerteelektronik außerhalb der Flüssigkeit (10) und andererseits mit den Kontaktstellen der zweiten Sensoreinrichtung (50; 50'; 60; 60') verbunden sind.

0 2. Viskositätssensoranordnung nach Anspruch I, dadurch gekennzeichnet, dass die piezo-elektrische Viskositätssensoreinrichtung (5) als scheibenförmiger Quarzkristall ausgebildet, der durch die elektrische Ansteuerung zu Scherschwingungen anregbar ist, dass die Kontaktstellen (6) der Viskositätssensoreinrichtung (5) auf der Vorder- und Rückseite des scheibenförmiger Quarzkristall ausgebildet sind.

3. Viskositätssensoranordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktstellen (6) der Viskositätssensoreinrichtung (5) die Vorder- und Rückseite in einem Randbereich freilassen und in dem Randbereich die zweite Sensoreinrichtung (50; 60) vorgesehen ist.
- 5 4. Viskositätssensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Sensoreinrichtung (50'; 60') elektrisch isoliert auf den Kontaktstellen (6) der Viskositätssensoreinrichtung (5) vorgesehen ist.
- 10 5. Viskositätssensoranordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrischen Kontaktstellen (58) elektrisch isoliert auf den Kontaktstellen (6) der Viskositätssensoreinrichtung (5) vorgesehen sind.
- 15 6. Viskositätssensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten elektrischen Zufuhrleitungen (7) als Kontaktfedern ausgebildet sind.
7. Viskositätssensoranordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten elektrischen Zufuhrleitungen (7') als Kontaktfedern ausgebildet sind.
- 20 8. Viskositätssensoranordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und zweiten Kontaktfedern (7; 7') in zweipoligen Kontaktfedern zusammengefasst sind.
9. Viskositätssensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Viskositätssensoreinrichtung (5) in einem Schutzbehälter (2) mit einem Boden (20) und einer Kappe (21) befindet, der in die Flüssigkeit (10) einbringbar ist.
- 5 10. Viskositätssensoranordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und zweiten elektrischen Zufuhrleitungen (7; 7'; 7'') über Durchführungen (3), insbesondere Glasdurchführungen (3), in der Kappe (21) und/oder dem Boden (20) des Schutzbehälters (2) aus dem Behälter (2) herausgeführt sind.
- 0 11. Viskositätssensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Sensoreinrichtung (50; 50') eine Temperatursensoreinrichtung ist.
- 5 12. Viskositätssensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Sensoreinrichtung (60; 60') eine kapazitive Sensoreinrichtung ist.

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 STUTTGART

Viskositätssensoranordnung

5

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Erfindung schafft eine Viskositätssensoranordnung zur Messung der Viskosität einer Flüssigkeit (10) und zumindest einer weiteren Flüssigkeitseigenschaft mit einer piezo-elektrischen
10 Viskositätssensoreinrichtung (5), die sich vollständig in der zu messenden Flüssigkeit (10) befindet
- und elektrische Kontaktstellen (6) für eine elektrische Ansteuerung von Volumenschwingungen auf
ihrer Oberfläche aufweist, die bezüglich der Flüssigkeit (10) resistent sind; ersten elektrischen Zu-
fuhrleitungen (7), die bezüglich der Flüssigkeit (10) resistent sind und die einerseits mit einer Ansteu-
Auswerteelektronik außerhalb der Flüssigkeit (10) und andererseits mit den Kontaktstellen (6) auf
15 der Oberfläche der Viskositätssensoreinrichtung (5) verbunden sind; und einer zweiten Sensorein-
richtung (50; 50'; 60; 60') zum Erfassen der zumindest einen weiteren Flüssigkeitseigenschaft, welche
auf der Oberfläche der Viskositätssensoreinrichtung (5) vorgesehen ist und elektrische Kontaktstellen
(58) auf der Oberfläche der Viskositätssensoreinrichtung (5) für eine elektrische Ansteuerung auf-
weist, die bezüglich der Flüssigkeit (10) resistent sind; und zweiten elektrischen Zufuhrleitungen (7';
20 7''), die bezüglich der Flüssigkeit (10) resistent sind und die einerseits mit der Ansteuer-/ Auswerte-
elektronik außerhalb der Flüssigkeit (10) und andererseits mit den Kontaktstellen der zweiten Sensor-
einrichtung (50; 50'; 60; 60') verbunden sind.

(Fig. 1)

25

Fig. 1

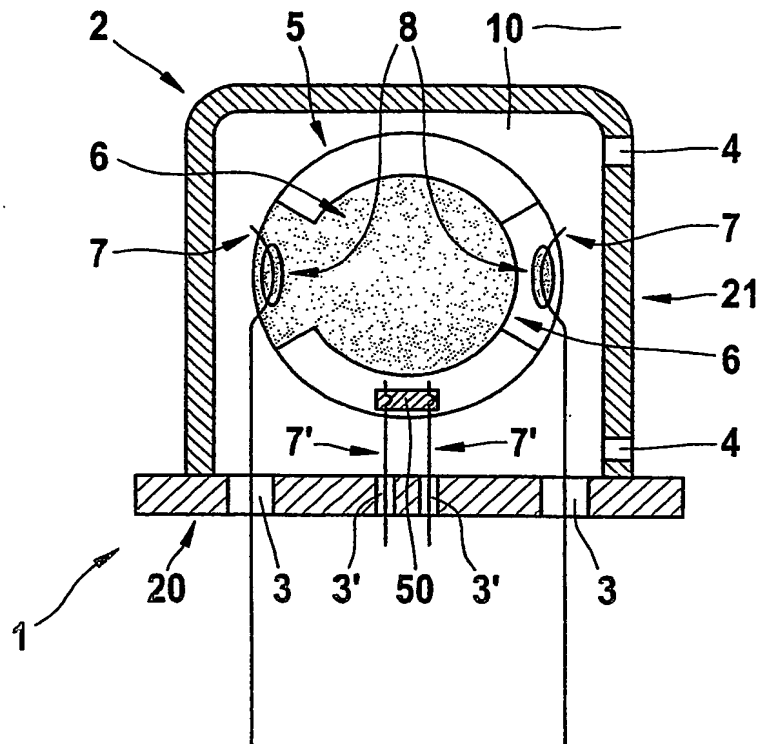


Fig. 2

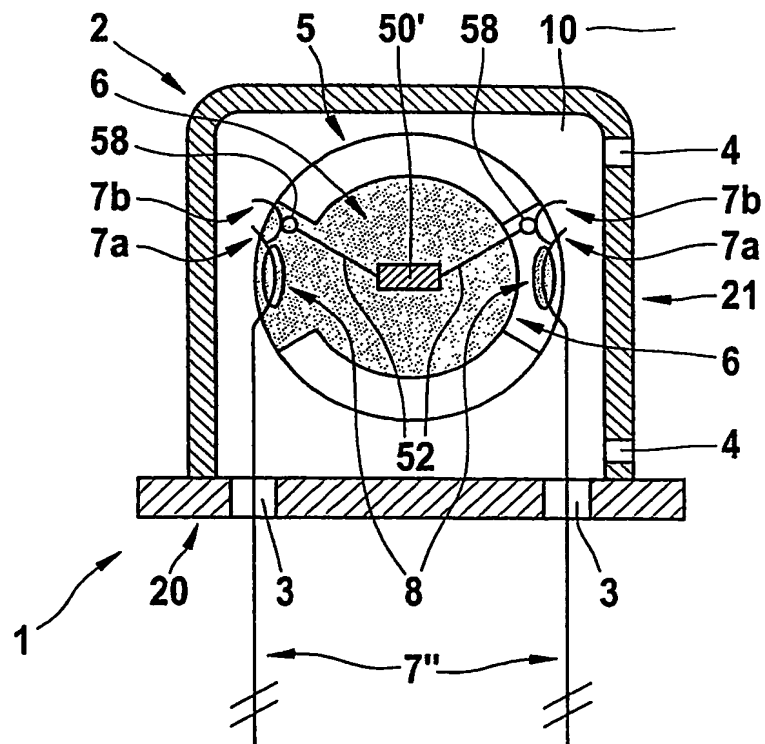


Fig. 3

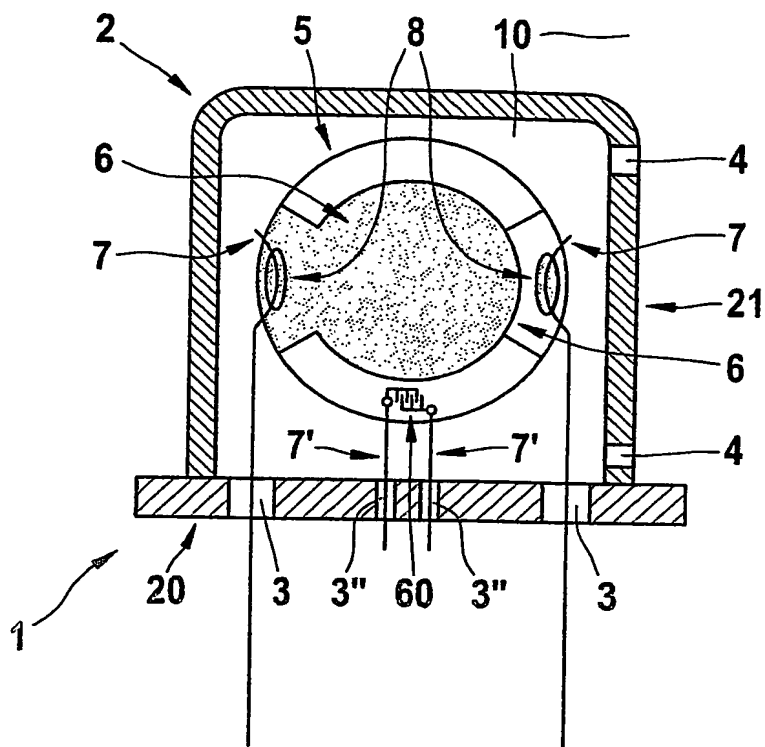


Fig. 4

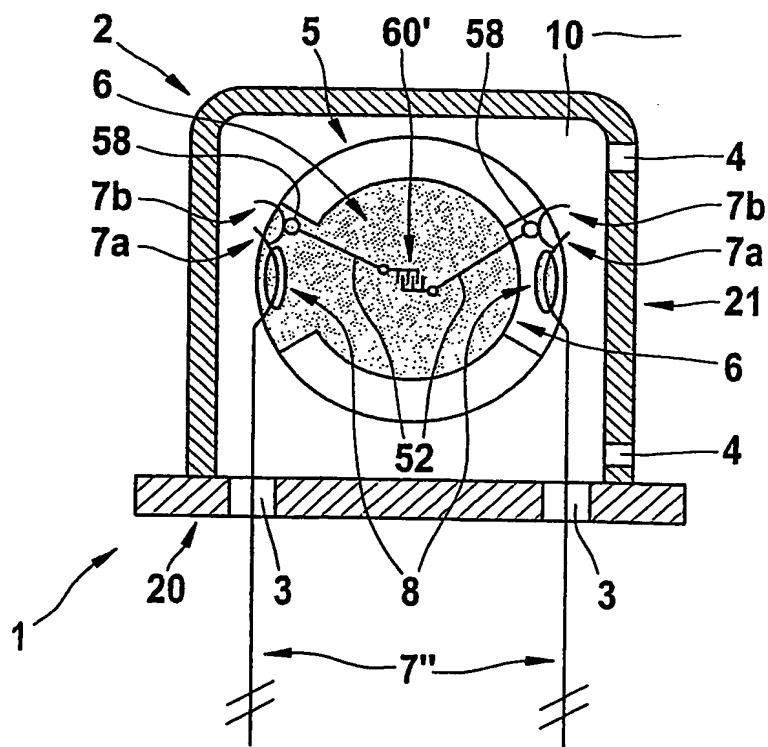


Fig. 5

